

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-083291

(43)Date of publication of application : 30.03.2001

(51)Int.Cl.

G21F 5/08
G21C 19/06
G21C 19/32
G21F 5/008

(21)Application number : 11-256406

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 09.09.1999

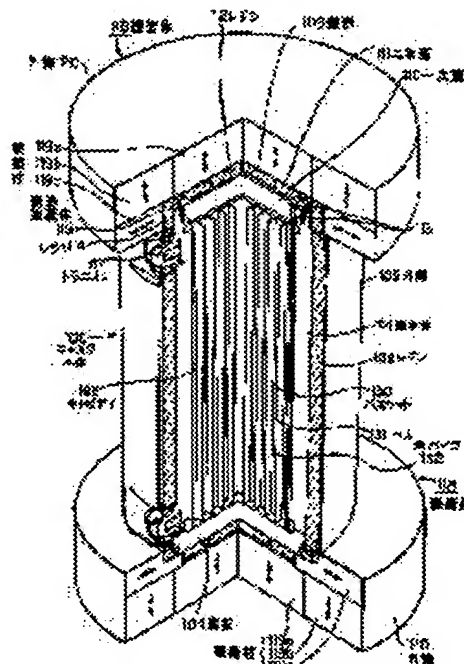
(72)Inventor : MATSUOKA HISAHIRO
ASADA KAZUO
OKADA MASAHIRO

(54) BUFFER FOR CASK

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce anti-shock performance required for a cask body and at the same time sufficiently attain buffer function against a cask with minimum necessary magnitude.

SOLUTION: A buffer body 118 consists of a buffer material 119a constituted of a balsa having the grain in the axial direction of a cask body 100, a buffer material 119b constituted of red wood having the grain in the axial direction of the cask body 100, and a buffer material 119c constituted of red wood having the grain in the vertical direction to the axis of the cask body 100.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

BEST AVAILABLE COPY

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-83291

(P2001-83291A)

(43) 公開日 平成13年3月30日 (2001.3.30)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
G 2 1 F 5/08		G 2 1 F 5/00	S
G 2 1 C 19/06		G 2 1 C 19/32	V
	19/32		R
		19/06	U
G 2 1 F 5/008		G 2 1 F 5/00	F
審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 11 頁)			

(21) 出願番号 特願平11-256406

(22) 出願日 平成11年9月9日 (1999.9.9)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 松岡 寿浩

神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三

菱重工業株式会社神戸造船所内

(72) 発明者 浅田 和雄

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72) 発明者 岡田 正廣

神戸市兵庫区和田宮通七丁目1番14号 西

菱エンジニアリング株式会社内

(74) 代理人 100089118

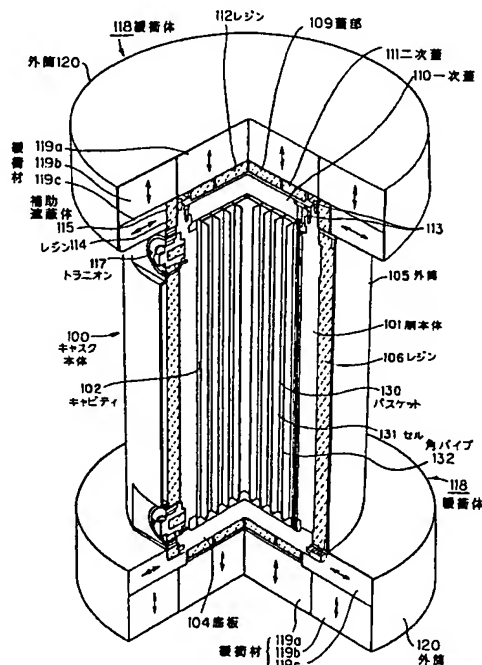
弁理士 酒井 宏明 (外1名)

(54) 【発明の名称】 キャスク用緩衝体

(57) 【要約】

【課題】 キャスク本体に要求される耐衝撃性能を低減するとともに、必要最小限の大きさとでキャスクに対する緩衝作用を十分に行うこと。

【解決手段】 キャスク本体100の軸方向に木目をもち、パルサ材で構成される緩衝材119aと、キャスク本体100の軸方向に木目をもち、レッドウッド材で構成される緩衝材119bと、キャスク本体100の軸に対して垂直な方向に木目をもち、レッドウッド材で構成される緩衝材119cとからなる緩衝体118を備える。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 略円柱形状をなすキャスク本体の両端面部分および両端面部分側の一部周面をそれぞれ厚みを持たせて外装し、前記キャスク本体を保護するキャスク用緩衝体において、

前記キャスク本体の軸方向に衝撃吸収能力が高い第 1 の材によって前記キャスク本体の両端面部分の領域を超えない範囲で該両端面部分の一部をそれぞれ円盤状に外装する円盤部材と、

前記キャスク本体の軸方向に衝撃吸収能力が高い第 2 の材によって前記キャスク本体の両端面部分の領域を超え、前記円盤部材の外周をそれぞれ円筒状に外装する第 1 の円筒部材と、

前記キャスク本体の軸に対して垂直な方向に衝撃吸収能力が高い第 3 の材によって前記第 1 の円筒部材と同一の半径を有し、前記キャスク本体の両端面部分側の一部周面をそれぞれ円筒状に外装する第 2 の円筒部材と、を備えたことを特徴とするキャスク用緩衝体。

【請求項 2】 略円柱形状をなすキャスク本体の両端面部分および両端面部分側の一部周面をそれぞれ厚みを持たせて外装し、前記キャスク本体を保護するキャスク用緩衝体において、

前記キャスク本体の軸方向に衝撃吸収能力が高い第 1 の材によって前記キャスク本体の両端面部分の領域を超えない範囲で該両端面部分の一部をそれぞれ円盤状に外装する円盤部材と、

前記キャスク本体の軸に対して垂直な方向に衝撃吸収能力が高い第 2 の材によって前記キャスク本体の両端面部分の領域を超え、前記円盤部材の外周をそれぞれ円筒状に外装する第 1 の円筒部材と、

前記キャスク本体の軸に対して垂直な方向に衝撃吸収能力が高い第 3 の材によって前記第 1 の円筒部材と同一の半径を有し、前記キャスク本体の両端面部分側の一部周面をそれぞれ円筒状に外装する第 2 の円筒部材と、を備えたことを特徴とするキャスク用緩衝体。

【請求項 3】 略円柱形状をなすキャスク本体の両端面部分および両端面部分側の一部周面をそれぞれ厚みを持たせて外装し、前記キャスク本体を保護するキャスク用緩衝体において、

前記キャスク本体の軸方向に木目をもつ第 1 の材によって前記キャスク本体の両端面部分の領域を超えない範囲で該両端面部分の一部をそれぞれ円盤状に外装する円盤部材と、

前記キャスク本体の軸方向に木目をもつ第 2 の材によって前記キャスク本体の両端面部分の領域を超え、前記円盤部材の外周をそれぞれ円筒状に外装する第 1 の円筒部材と、

前記キャスク本体の軸に対して垂直な方向に木目をもつ第 3 の材によって前記第 1 の円筒部材と同一の半径を有し、前記キャスク本体の両端面部分側の一部周面をそれ

ぞれ円筒状に外装する第 2 の円筒部材と、を備えたことを特徴とするキャスク用緩衝体。

【請求項 4】 略円柱形状をなすキャスク本体の両端面部分および両端面部分側の一部周面をそれぞれ厚みを持たせて外装し、前記キャスク本体を保護するキャスク用緩衝体において、

前記キャスク本体の軸方向に木目をもつ第 1 の材によって前記キャスク本体の両端面部分の領域を超えない範囲で該両端面部分の一部をそれぞれ円盤状に外装する円盤部材と、

前記キャスク本体の軸に対して垂直な方向に木目をもつ第 2 の材によって前記キャスク本体の両端面部分の領域を超え、前記円盤部材の外周をそれぞれ円筒状に外装する第 1 の円筒部材と、

前記キャスク本体の軸に対して垂直な方向に木目をもつ第 3 の材によって前記第 1 の円筒部材と同一の半径を有し、前記キャスク本体の両端面部分側の一部周面をそれぞれ円筒状に外装する第 2 の円筒部材と、を備えたことを特徴とするキャスク用緩衝体。

【請求項 5】 前記第 2 および前記第 3 の材は、前記第 1 の材に比して圧縮強度が高いことを特徴とする請求項 1～4 のいずれか一つに記載のキャスク用緩衝体。

【請求項 6】 前記第 2 および第 3 の材は、所定の衝撃力以上で衝撃吸収能力が高いことを特徴とする請求項 1～5 のいずれか一つに記載のキャスク用緩衝体。

【請求項 7】 前記第 1 の材は、前記第 2 および第 3 の材と異なる種類の材であることを特徴とする請求項 1～6 のいずれか一つに記載のキャスク用緩衝体。

【請求項 8】 前記第 2 および第 3 の材は、同一種類の材であることを特徴とする請求項 1～7 のいずれか一つに記載のキャスク用緩衝体。

【請求項 9】 前記第 1 の材は、パルサ材であり、前記第 2 および第 3 の材は、レッドウッド、米杉、米ヒバ、ポリウレタンフォーム、あるいは発泡スチロールであることを特徴とする請求項 1～8 のいずれか一つに記載のキャスク用緩衝体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、燃焼を終えた使用済み核燃料集合体を収容、貯蔵するキャスクを保護する緩衝体に関し、特に木材を効果的に用いた構造によってキャスクを保護する緩衝体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】核燃料サイクルの終期にあつて燃焼を終え使用できなくなった核燃料集合体を、使用済み核燃料という。使用済み核燃料は、F P など高放射能物質を含むので熱的に冷却する必要があるから、原子力発電所の冷却ピットで所定期間（3～6ヶ月間）冷却される。その後、遮蔽容器であるキャスクに収納され、トラックや船舶等で再処理施設に搬送、貯蔵される。

【0003】キャスクがトラック等によって再処理施設に搬送される場合、キャスク自体が使用済み核燃料の容器であり、しかもその重量が100ton程度もあるため、キャスクの破壊は、大きな事故を引き起こす。このため、キャスク本体は、その両端面に緩衝体によって覆われて保護される。たとえば、図8は、トラック輸送中におけるキャスクの状態を示す図である。図8において、円柱形状のキャスク本体500は、緩衝体514によってキャスク本体500の両端が覆われ、トレーラ上に固定された輸送架台601上に配置固定される。

【0004】また、トラックや船舶への搬送作業中においても、当然キャスク本体500に緩衝体514が取り付けられる。図9に示すように、キャスク本体500には、搬送作業を行うためのトラニオン513を有し、クレーン等の吊具602をトラニオン513に掛止することによってキャスクが搬送される。なお、緩衝体514は、着脱可能である。

【0005】ここで、キャスクの構造について説明する。使用済み核燃料集合体をキャスク内に收容するにあたっては、バスケットと称する格子状断面を有する保持要素を用いる。この使用済み核燃料集合体は、バスケットに形成した複数の収納空間であるセルに1体ずつ挿入され、これによって、輸送中の振動などに対する適切な保持力を確保している。キャスクの従来例としては、「原子力eye」（平成10年4月1日発行：日刊工業出版プロダクション）や特開昭62-242725号公報などに様々な種類のものが開示されている。

【0006】図10は、キャスクの一例を示す斜視図である。キャスク本体500は、筒形状の胴本体501と、胴本体501の外周に設けた中性子遮蔽体であるレジン502と、その外筒503、底部504および蓋部505から構成されている。胴本体501および底部504は、γ線遮蔽体である炭素鋼製の鍛造品である。また、蓋部505は、ステンレス製の一次蓋506および二次蓋507からなる。胴本体501と底部504は、突き合わせ溶接によって結合してある。一次蓋506および二次蓋507は、胴本体501に対してステンレス製のボルトによって固定されている。蓋部505と胴本体501との間には、金属製のOリングが介在し、内部の気密を保持している。

【0007】胴本体501と外筒503との間には、熱伝導を行う複数の内部フィン508が設けられている。内部フィン508は、熱伝導効率を高めるため、その材料には銅を用いる。レジン502は、この内部フィン508によって形成される空間に流動状態で注入され、熱硬化反応等で固化形成する。バスケット509は、69本の角パイプ510を束状に集合させた構造であり、胴本体501のキャビティ511内に拘束状態で挿入してある。

【0008】角パイプ510は、挿入した使用済み核燃

料集合体が臨界に達しないように中性子吸収材（ホウ素：B）を混合したアルミニウム合金からなる。キャスク本体500の両側には、キャスク本体500を吊り下げるためのトラニオン513が設けられている（一方のみを図示）。また、キャスク本体500の両端部には、内部に緩衝材として木材などを組み込んだ緩衝体514が取り付けられている（一方のみを図示）。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来の緩衝体514は、全て同一の木材あるいは高分子材料で構成されていた。しかし、緩衝体514が衝撃力からキャスクを保護する場合、全て同一方向から衝撃力が加わるとは限らない。たとえば、キャスクが落下する場合を考えると、キャスクの軸方向から大きな衝撃力が加わる場合もあるし、キャスクの軸に垂直な方向から大きな衝撃力が加わる場合もあり、さらには、キャスクに軸に対して斜めの方向から、すなわち緩衝体514のコーナ部分から衝撃力が加わる場合もある。したがって、木目の方向によって異なる圧縮力を有する木材によって緩衝体514を構成する場合、同一の木材によって構成することは、様々な方向からの衝撃力を緩和することが困難となる。

【0010】この場合、同一の木材を用いて緩衝体を構成する場合に、強い圧縮力を有する木目の方向を衝撃力が加わる方向の向けることが考えられるが、全ての方向からの衝撃力が同一であるとは限らず、落下するキャスクの方向によって加わる衝撃力は異なるものとなる。したがって、たとえ木目の方向を異ならせても、同一の木材を用いるかぎり、緩衝作用に限界があるという問題点があった。

【0011】なお、緩衝体の性能は、「クラッシュ代（しろ）」と「衝撃エネルギーの吸収量」とによって決まる。クラッシュ代を小さくすることによって運搬形態におけるキャスク全体の大きさを小さくすることができ、衝撃エネルギーの吸収量を大きくすることによってキャスク本体に要求される耐衝撃性能を低減することができる。したがって、緩衝体としては、許容されるクラッシュ代の範囲内で衝撃エネルギーの吸収量を大きくできることが望ましい。

【0012】この発明は、上記に鑑みてなされたもので、キャスク本体に要求される耐衝撃性能を低減するとともに、必要最小限の大きさでキャスクに対する緩衝作用を十分に行うことができるキャスク用緩衝体を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1にかかるキャスク用緩衝体は、略円柱形状をなすキャスク本体の両端面部分および両端面部分側の一部周面をそれぞれ厚みを持たせて外装し、前記キャスク本体を保護するキャスク用緩衝体において、前記キャ

5

スク本体の軸方向に衝撃吸収能力が高い第 1 の材によって前記キャスク本体の両端面部分の領域を超えない範囲で該両端面部分の一部をそれぞれ円盤状に外装する円盤部材と、前記キャスク本体の軸方向に衝撃吸収能力が高い第 2 の材によって前記キャスク本体の両端面部分の領域を超え、前記円盤部材の外周をそれぞれ円筒状に外装する第 1 の円筒部材と、前記キャスク本体の軸に対して垂直な方向に衝撃吸収能力が高い第 3 の材によって前記第 1 の円筒部材と同一の半径を有し、前記キャスク本体の両端面部分側の一部周面をそれぞれ円筒状に外装する第 2 の円筒部材と、を備えたことを特徴とする。

【0014】この発明によれば、第 2 の円筒部材が、キャスク本体の軸に対して垂直な方向に緩衝能力の高い第 3 の材によって第 1 の円筒部材と同一の半径を有し、キャスク本体の両端面部分側の一部周面をそれぞれ円筒状に外装され、キャスク本体の軸に垂直な方向からの衝撃力を主として吸収し、第 1 の円筒部材および円盤部材によって、キャスク本体の軸方向からの衝撃力を吸収し、あらゆる方向からの衝撃に対しても衝撃を緩衝するようにしている。

【0015】また、請求項 2 にかかるキャスク用緩衝体は、略円柱形状をなすキャスク本体の両端面部分および両端面部分側の一部周面をそれぞれ厚みを持たせて外装し、前記キャスク本体を保護するキャスク用緩衝体において、前記キャスク本体の軸方向に衝撃吸収能力が高い第 1 の材によって前記キャスク本体の両端面部分の領域を超えない範囲で該両端面部分の一部をそれぞれ円盤状に外装する円盤部材と、前記キャスク本体の軸に対して垂直な方向に衝撃吸収能力が高い第 2 の材によって前記キャスク本体の両端面部分の領域を超え、前記円盤部材の外周をそれぞれ円筒状に外装する第 1 の円筒部材と、前記キャスク本体の軸に対して垂直な方向に衝撃吸収能力が高い第 3 の材によって前記第 1 の円筒部材と同一の半径を有し、前記キャスク本体の両端面部分側の一部周面をそれぞれ円筒状に外装する第 2 の円筒部材と、を備えたことを特徴とする。

【0016】この発明によれば、第 2 の円筒部材が、キャスク本体の軸に対して垂直な方向に衝撃吸収能力が高い第 3 の材によって第 1 の円筒部材と同一の半径を有し、キャスク本体の両端面部分側の一部周面をそれぞれ円筒状に外装され、キャスク本体の軸に垂直な方向からの衝撃力を主として吸収し、第 1 の円筒部材および円盤部材によって、キャスク本体の軸方向からの衝撃力を吸収し、あらゆる方向からの衝撃に対しても衝撃を緩衝するようにしている。

【0017】また、請求項 3 にかかるキャスク用緩衝体は、略円柱形状をなすキャスク本体の両端面部分および両端面部分側の一部周面をそれぞれ厚みを持たせて外装し、前記キャスク本体を保護するキャスク用緩衝体において、前記キャスク本体の軸方向に木目をもつ第 1 の材

6

によって前記キャスク本体の両端面部分の領域を超えない範囲で該両端面部分の一部をそれぞれ円盤状に外装する円盤部材と、前記キャスク本体の軸方向に木目をもつ第 2 の材によって前記キャスク本体の両端面部分の領域を超え、前記円盤部材の外周をそれぞれ円筒状に外装する第 1 の円筒部材と、前記キャスク本体の軸に対して垂直な方向に木目をもつ第 3 の材によって前記第 1 の円筒部材と同一の半径を有し、前記キャスク本体の両端面部分側の一部周面をそれぞれ円筒状に外装する第 2 の円筒部材と、を備えたことを特徴とする。

【0018】この発明によれば、第 2 の円筒部材が、キャスク本体の軸に対して垂直な方向に木目をもつ第 3 の材によって第 1 の円筒部材と同一の半径を有し、キャスク本体の両端面部分側の一部周面をそれぞれ円筒状に外装され、キャスク本体の軸に垂直な方向からの衝撃力を主として吸収し、第 1 の円筒部材および円盤部材によって、キャスク本体の軸方向からの衝撃力を吸収し、あらゆる方向からの衝撃に対しても衝撃を緩衝するようにしている。

20 【0019】また、請求項 4 にかかる発明によれば、略円柱形状をなすキャスク本体の両端面部分および両端面部分側の一部周面をそれぞれ厚みを持たせて外装し、前記キャスク本体を保護するキャスク用緩衝体において、前記キャスク本体の軸方向に木目をもつ第 1 の材によって前記キャスク本体の両端面部分の領域を超えない範囲で該両端面部分の一部をそれぞれ円盤状に外装する円盤部材と、前記キャスク本体の軸に対して垂直な方向に木目をもつ第 2 の材によって前記キャスク本体の両端面部分の領域を超え、前記円盤部材の外周をそれぞれ円筒状に外装する第 1 の円筒部材と、前記キャスク本体の軸に対して垂直な方向に木目をもつ第 3 の材によって前記第 1 の円筒部材と同一の半径を有し、前記キャスク本体の両端面部分側の一部周面をそれぞれ円筒状に外装する第 2 の円筒部材と、を備えたことを特徴とする。

30 【0020】この発明によれば、第 2 の円筒部材が、キャスク本体の軸に対して垂直な方向に木目をもつ第 3 の材によって第 1 の円筒部材と同一の半径を有し、キャスク本体の両端面部分側の一部周面をそれぞれ円筒状に外装され、キャスク本体の軸に垂直な方向からの衝撃力を主として吸収し、第 1 の円筒部材および円盤部材によって、キャスク本体の軸方向からの衝撃力を吸収し、あらゆる方向からの衝撃に対しても衝撃を緩衝するようにしている。

40 【0021】また、請求項 5 にかかるキャスク用緩衝体は、上記の発明において、前記第 2 および前記第 3 の材は、前記第 1 の材に比して圧縮強度が高いことを特徴とする。

50 【0022】この発明によれば、キャスク本体にかかる衝撃は、キャスク本体の端部周縁部分に加えられるが、第 2 および第 3 の材が、前記第 1 の材に比して圧縮強度

が高い材としているので、あらゆる方向からの衝撃に対しても衝撃を緩衝することができる。

【0023】また、請求項6にかかるキャスク用緩衝体は、上記の発明において、前記第2および第3の材は、所定の衝撃力以上で衝撃吸収能力が高いことを特徴とする。

【0024】この発明によれば、キャスク本体にかかる衝撃は、キャスク本体の端部周縁部分に加えられるが、第2および第3の材が、所定の衝撃力以上で衝撃吸収能力が高い木材し、あらゆる方向からの衝撃に対しても衝撃を緩衝する。

【0025】また、請求項7にかかるキャスク用緩衝体は、上記の発明において、前記第1の材は、前記第2および第3の材と異なる種類の材であることを特徴とする。

【0026】この発明によれば、第1の材を、第2および第3の材と異なる種類の材として構成し、たとえば要求を満足させるべく、衝撃吸収能力の高い第2および第3の材を異ならせて用いることによって、あらゆる方向からの衝撃に対しても衝撃を緩衝することができる。

【0027】また、請求項8にかかるキャスク用緩衝体は、上記の発明において、前記第2および第3の材は、同一種類の材であることを特徴とする。

【0028】この発明によれば、第2および第3の材を同一種類の材とし、たとえば衝撃吸収能力の高い種類の同一材を第2および第3の材として用いることによって、あらゆる方向からの衝撃に対しても要求を満足させて、衝撃を緩衝することができる。

【0029】また、請求項9にかかるキャスク用緩衝体は、上記の発明において、前記第1の材は、パルサ材であり、前記第2および第3の材は、レッドウッド、米杉、米ヒバ、ポリウレタンフォーム、あるいは発泡スチロールであることを特徴とする。

【0030】この発明によれば、第1の材をパルサ材とし、第2および第3の材をレッドウッド、米杉、米ヒバ等の木材あるいはポリウレタンフォーム、発泡スチロール等の高分子材料として、あらゆる方向からの衝撃に対しても衝撃を緩衝することができる緩衝体を具体的に実現することができる。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して、この発明にかかるキャスク用緩衝体の好適な実施の形態を詳細に説明する。なお、実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0032】図1は、この発明の実施の形態であるキャスクを示す斜視図である。図2は、図1に示したキャスクの径方向断面図である。図3は、図1に示したキャスクの軸方向断面図である。キャスク本体100は、胴本体101のキャビティ102内面をバスケット130の外周形状に合わせて機械加工したものである。キャビテ

ィ102内面の機械加工は、専用の加工装置によってフライス加工する。胴本体101および底板104は、 γ 線遮蔽機能を有する炭素鋼製の鍛造品である。なお、炭素鋼の代わりにステンレス鋼を用いることもできる。胴本体101と底板104は溶接によって結合する。また、耐圧容器としての密閉性能を確保するため、一次蓋110と胴本体101との間には金属ガスケットを設けておく。

【0033】胴本体101と外筒105との間には、水素を多く含有する高分子材料であって中性子遮蔽機能を有するレジン106が充填されている。また、胴本体101と外筒105との間には、熱伝導を行う複数の銅製内部フィン107が溶接されており、レジン106は、内部フィン107によって形成される空間に流動状態で注入され、熱硬化反応等で固化される。

【0034】なお、内部フィン107は、放熱を均一に行うため、熱量の多い部分に高い密度で設けるようにするのが好ましい。また、レジン106と外筒105との間には、数mmの熱膨張しろ108が設けられる。熱膨張しろ108は、ホットメルト接着剤等にヒーターを埋め込んだ消失型を外筒105内面に配し、レジン106を注入固化した後、ヒーターを加熱して溶融排出することによって形成する。

【0035】蓋部109は、一次蓋110と二次蓋111によって構成される。一次蓋110は、 γ 線を遮蔽するステンレス鋼または炭素鋼からなる円盤形状である。また、二次蓋111も、ステンレス鋼製または炭素鋼製の円盤形状であるが、その上面には、中性子遮蔽体としてレジン112が封入されている。一次蓋110および二次蓋111は、ステンレス鋼製または炭素鋼製のボルト113によって胴本体101に取り付けられている。さらに、一次蓋110および二次蓋111と胴本体101との間には、それぞれ金属ガスケットが設けられ、内部の密封性を保持している。また、蓋部109の周囲には、レジン114を封入した補助遮蔽体115が設けられている。

【0036】バスケット130は、使用済み核燃料集合体を収容するセル131を構成する69本の角パイプ132からなる。角パイプ132には、A1またはA1合金粉末に中性子吸収性能をもつBまたはB化合物の粉末を添加したアルミニウム複合材またはアルミニウム合金を用いる。また、中性子吸収材としては、ボロンの他にカドミウムを用いることができる。なお、角パルプ132は、押出成形によって生成される。

【0037】一方、キャスク本体100の両側には、キャスク本体100を吊り下げるためのトラニオン117が設けられている。なお、図1では、補助遮蔽体115を設けたものを示したが、キャスク本体100の搬送時には、補助遮蔽体115を取り外して緩衝体118を取り付ける。緩衝体118は、ステンレス鋼材によって作

成された外筒120内にレッドウッド材、ファープライウッド材、米ヒバ、パルサ材等の木材によって構成する緩衝材119a~119cを組み込んだ構造である。

【0038】緩衝体118の緩衝材119aは、キャスク本体100の軸中心からキャスク本体100の半径を超えない半径をもつ円盤状のパルサ材によって構成され、キャスク本体100の両端面を外装する。緩衝材119bは、緩衝材119aと同じ厚みを有し、キャスク本体100の半径を超えて緩衝材119aの外周を円筒状に外装し、レッドウッド材によって構成される。

【0039】また、緩衝材119cは、キャスク本体100の両端面側の一部をそれぞれ外装し、緩衝材119bと同じ半径をもつ円筒状をなし、レッドウッド材によって構成される。これら緩衝材119a~119cは、密に結合し、キャスク本体100の両端部を厚みをもってキャップする形状となる。ここで、図1および図2に示す緩衝材119a~119cの矢印は、各木材の木目の方向を示している。木目の方向とは、柱状樹木の軸方向をいう。木目の方向には、木材の繊維が延びているため、木目の方向からの衝撃力に対して大きな衝撃吸収能力を発揮することになる。

【0040】緩衝材119aを構成するパルサ材は、柔らかい材質であり、レッドウッド材に比して低い圧縮能力を有する。緩衝材119aをパルサ材とし、緩衝材119b、119cをレッドウッド材としたのは、緩衝材119b、119cの部位がキャスク本体100端面の周縁近傍に位置し、この部分に、あらゆる方向からの衝撃力がほとんど加わり、この部分を緩衝能力を重要視することによって、大きな衝撃力に対するキャスク本体100の保護が可能となるからである。

【0041】緩衝材119aの木目の方向をキャスク本体100の軸方向としたのは、この緩衝材119aの緩衝機能の発揮が、キャスク本体100の略軸方向からの衝撃力に対するものだからである。また、緩衝材119bの木目の方向をキャスク本体100の軸方向としたのは、緩衝材119aの衝撃吸収能力を加味し、主として、キャスク本体100の軸方向からの衝撃力を吸収するためである。また、緩衝材119cの木目の方向をキャスク本体100の軸方向に垂直な方向としたのは、緩衝材119cを主として、キャスク本体100の軸方向

に垂直な方向からの衝撃力を吸収するためである。

【0042】ここで、この実施の形態による具体的な緩衝能力のシミュレーション結果について説明する。図4は、この実施の形態におけるキャスク用緩衝体を施したキャスクを落下した場合における緩衝能力を説明する図である。図4(a)は、各緩衝材119a~119cに適用する木目の方向と木材の種類を示した図であり、上述した実施の形態に対応する構造を示している。なお、領域A~Cは、それぞれ緩衝材119a~119cの領域に対応している。

【0043】図4(b)は、緩衝体118を有したキャスク本体100を水平落下、垂直落下(キャスク本体100の軸方向を落下方向して落下)、およびコーナ落下(キャスク本体100の重心とコーナとを結ぶ線が鉛直方向に一致する状態での落下)に対する、加速度と変形量との関係を示す図である。また、図4(c)は、水平落下、垂直落下、コーナ落下をシミュレーションしたときの加速度、変形量、および許容変形量の関係を示す図である。

10 【0044】図4(c)において、垂直落下のときの加速度が最も大きい、変形量は最も小さい。これは、緩衝材119a、119bの緩衝面積が大きいからである。また、許容変形量とは、緩衝材119aから119cの変形が許容される値であり、この値を超えるとキャスク本体100に直接力が加わり、キャスク本体100を破壊する可能性があることを意味する。ここで、良い緩衝材とは、加速度が加わっているにもかかわらず、変形することによって衝撃力を吸収できる材料である。

20 【0045】図4(b)を参照すると、変形量の変化に対して加速度の値が、ほとんど変化しない平坦な特性を示す場合に、緩衝能力が高いといえる。一方、この平坦な特性を示すのは、被緩衝対象のキャスク本体100が許容する許容変形量を超えない範囲であることが必要である。したがって、衝撃方向に対する許容変形量を満足する範囲内で、図4(b)に示す特性が平坦な特性となることが望ましい。この点、この実施の形態によるシミュレーション結果は、要求を満足していることになる。しかも、加速度は、垂直落下時における最大50G程度であり、キャスク本体100自体の耐衝撃構造の強化を低減することが可能となる。

30 【0046】これに対して、図5は、この実施の形態の変形例であり、緩衝材119bの木目の方向を緩衝材119cと同じ方向にした場合における衝撃能力のシミュレーション結果である。実施の形態とほぼ同様な結果を得ることができる。

40 【0047】なお、図6は、緩衝材119b、119cの木目の方向をいずれも、緩衝材119aと同じ方向にした場合における衝撃能力のシミュレーション結果である。図6では、水平落下時における変形量が許容変形量を超えている。したがって、キャスク本体100に対して大きな衝撃が加わったことになる。これは、緩衝材119b、119cにレッドウッド材を用いても、木目の方向を緩衝能力の低い木目の方向に配置した場合には、衝撃を吸収できないことを意味する。

50 【0048】図7は、木目の方向を変えた場合におけるレッドウッド材単体の圧力と変形量との関係を示す図である。図7に示すように、木目の方向から圧力をかけた(平行)の場合、変形のみが発生して衝撃力を良好に吸収する平坦な特性を有するが、逆に、木目の方向に対し

て垂直な方向から圧力をかけた場合、平行の場合に比較して平坦な特性を示さない。この結果、図6に示した特性が生じたものと考えられる。

【0049】したがって、レッドウッド材、米ヒバ材、ファープライウッド材に限らず、米杉、バルサ材等も含め、上述した木目の特性を有する木材を選択することによって、この実施の形態と同様な作用効果を得ることができる。なお、緩衝材119b、119cは、必ずしも同一の種類の木材を用いる必要はない。

【0050】この実施の形態によれば、キャスク本体100の両端部周縁近傍の緩衝材119b、119cに用いる木材と、端部中央部分の緩衝材119aに用いる木材との種類を異ならせ、緩衝材119aに比して圧縮強度の高い緩衝材119cの木目の方向を少なくとも、キャスク本体100の軸方向と同じ木目の方向を有する緩衝材119aの木目の方向と異ならせるようにしているので、あらゆる方向からの衝撃力に対しても高い緩衝能力を発揮し、キャスク本体100に要求される耐衝撃性能を低減するとともに、キャスク本体100を保護することができる。

【0051】なお、上述した実施の形態では、緩衝材118の材として木材を中心として述べたが、これに限らず、選択される木材と同様な機能を有する材であれば、ポリウレタンフォームや発泡スチロール等の高分子材料であってもよい。

【0052】

【発明の効果】以上説明したように、この発明にかかるキャスク用緩衝体（請求項1）によれば、第2の円筒部材が、キャスク本体の軸に対して垂直な方向に緩衝能力の高い第3の材によって第1の円筒部材と同一の半径を有し、キャスク本体の両端面部分側の一部周面をそれぞれ円筒状に外装され、キャスク本体の軸に垂直な方向からの衝撃力を主として吸収し、第1の円筒部材および円盤部材によって、キャスク本体の軸方向からの衝撃力を吸収し、あらゆる方向からの衝撃に対しても衝撃を緩衝するようにしているので、キャスク本体に要求される耐衝撃性能を低減でき、キャスク本体を衝撃から確実に保護することができるという効果を奏する。

【0053】また、この発明にかかるキャスク用緩衝体（請求項2）によれば、第2の円筒部材が、キャスク本体の軸に対して垂直な方向に衝撃吸収能力が高い第3の材によって第1の円筒部材と同一の半径を有し、キャスク本体の両端面部分側の一部周面をそれぞれ円筒状に外装され、キャスク本体の軸に垂直な方向からの衝撃力を主として吸収し、第1の円筒部材および円盤部材によって、キャスク本体の軸方向からの衝撃力を吸収し、あらゆる方向からの衝撃に対しても衝撃を緩衝するようにしているので、キャスク本体に要求される耐衝撃性能を低減でき、キャスク本体を衝撃から確実に保護することができるという効果を奏する。

【0054】また、この発明にかかるキャスク用緩衝体（請求項3）によれば、第2の円筒部材が、キャスク本体の軸に対して垂直な方向に木目をもつ第3の材によって第1の円筒部材と同一の半径を有し、キャスク本体の両端面部分側の一部周面をそれぞれ円筒状に外装され、キャスク本体の軸に垂直な方向からの衝撃力を主として吸収し、第1の円筒部材および円盤部材によって、キャスク本体の軸方向からの衝撃力を吸収し、あらゆる方向からの衝撃に対しても衝撃を緩衝するようにしているので、キャスク本体に要求される耐衝撃性能を低減でき、キャスク本体を衝撃から確実に保護することができるという効果を奏する。

【0055】また、この発明にかかるキャスク用緩衝体（請求項4）によれば、第2の円筒部材が、キャスク本体の軸に対して垂直な方向に木目をもつ第3の材によって第1の円筒部材と同一の半径を有し、キャスク本体の両端面部分側の一部周面をそれぞれ円筒状に外装され、キャスク本体の軸に垂直な方向からの衝撃力を主として吸収し、第1の円筒部材および円盤部材によって、キャスク本体の軸方向からの衝撃力を吸収し、あらゆる方向からの衝撃に対しても衝撃を緩衝するようにしているので、キャスク本体に要求される耐衝撃性能を低減でき、キャスク本体を衝撃から確実に保護することができるという効果を奏する。

【0056】また、この発明にかかるキャスク用緩衝体（請求項5）によれば、キャスク本体にかかる衝撃は、キャスク本体の端部周縁部分に加えられるが、第2および第3の材が、前記第1の材に比して圧縮強度が高い材としているので、あらゆる方向からの衝撃に対しても衝撃を緩衝することができるため、キャスク本体に要求される耐衝撃性能を低減でき、キャスク本体を衝撃から確実に保護することができるという効果を奏する。

【0057】また、この発明にかかるキャスク用緩衝体（請求項6）によれば、キャスク本体にかかる衝撃は、キャスク本体の端部周縁部分に加えられるが、第2および第3の材が、所定の衝撃力以上で衝撃吸収能力が高い材とし、あらゆる方向からの衝撃に対しても衝撃を緩衝するため、キャスク本体に要求される耐衝撃性能を低減でき、キャスク本体を衝撃から確実に保護することができるという効果を奏する。

【0058】また、この発明にかかるキャスク用緩衝体（請求項7）によれば、第1の材を、第2および第3の材と異なる種類の材として構成し、たとえば要求を満足させるべく、衝撃吸収能力の高い第2および第3の材を異ならせて用いることによって、あらゆる方向からの衝撃に対しても衝撃を緩衝することができ、キャスク本体に要求される耐衝撃性能を低減でき、キャスク本体を衝撃から確実に保護することができるという効果を奏する。

【0059】また、この発明にかかるキャスク用緩衝体

13

(請求項 8) によれば、第 2 および第 3 の材を同一種類の材とし、たとえば衝撃吸収能力の高い種類の同一材を第 2 および第 3 の材として用いることによって、あらゆる方向からの衝撃に対しても要求を満足させて、衝撃を緩衝することができるため、キャスク本体に要求される耐衝撃性能を低減でき、キャスク本体を衝撃から確実に保護することができるという効果を奏する。

【0060】また、この発明にかかるキャスク用緩衝体(請求項 9)によれば、第 1 の材をバalsa材とし、第 2 および第 3 の材をレッドウッド、米杉、米ヒバ等の木材あるいはポリウレタンフォーム、発泡スチロール等の高分子材料として、あらゆる方向からの衝撃に対しても衝撃を緩衝することができる緩衝体を具体的に実現することができるため、キャスク本体に要求される耐衝撃性能を低減でき、キャスク本体を衝撃から確実に保護することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明にかかるキャスク用緩衝体を適用するキャスクの構成を示す斜視図である。

【図 2】図 1 に示したキャスクの径方向断面図である。

【図 3】図 1 に示したキャスクの軸方向断面図である。

【図 4】この発明にかかるキャスク用緩衝体を備えたキ

14

ャスクを落下した場合における緩衝能力を説明する図である。

【図 5】この発明の実施の形態にかかる変形例であるキャスク用緩衝体を備えたキャスクを落下した場合における緩衝能力を説明する図である。

【図 6】緩衝材の木目を全て同じにしたキャスク用緩衝体を備えたキャスクを落下した場合における緩衝能力を説明する図である。

【図 7】木目の方向を変えた場合におけるレッドウッド材単体の圧力と変形量との関係を示す図である。

【図 8】緩衝体を備えてキャスク本体を搬送する状態を示す図である。

【図 9】緩衝体を備えてキャスクを吊り上げる状態を示す図である。

【図 10】キャスクの一例を示す斜視図である。

【符号の説明】

100 キャスク本体

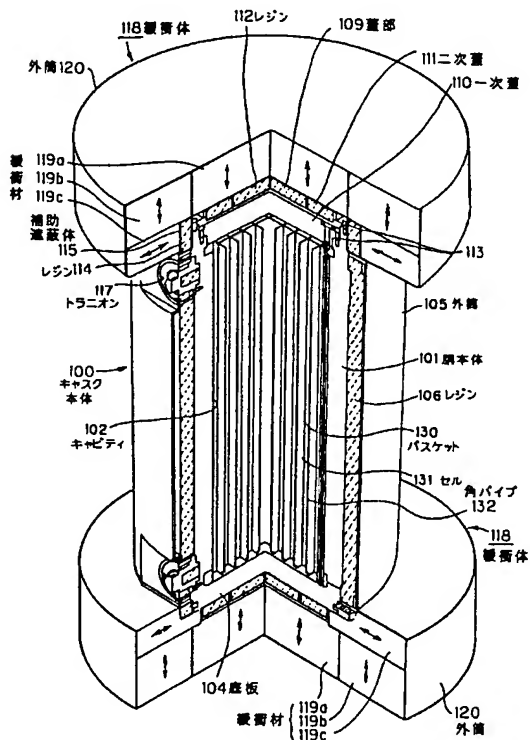
117 トラニオン

118 緩衝体

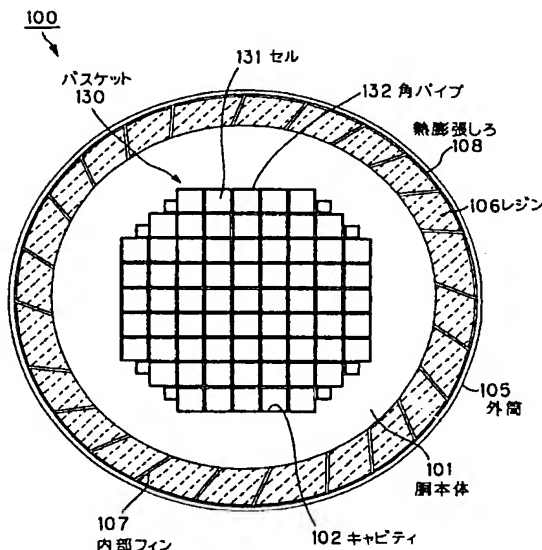
119a ~ 119c 緩衝材

120 外筒

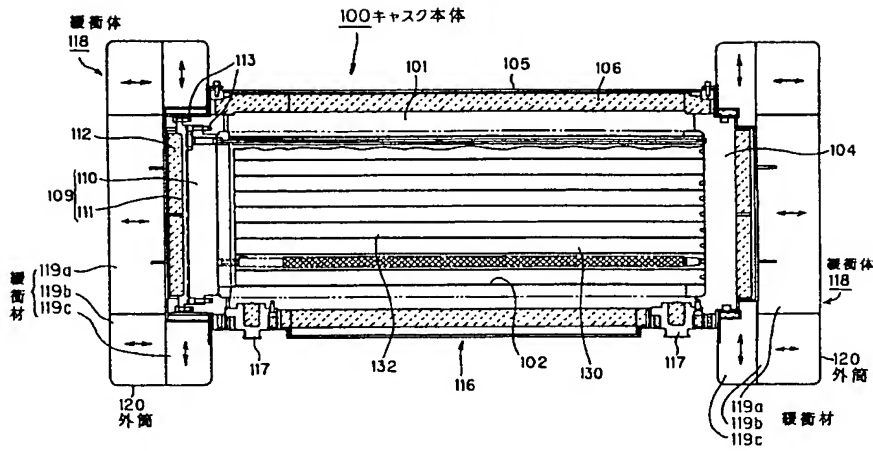
【図 1】



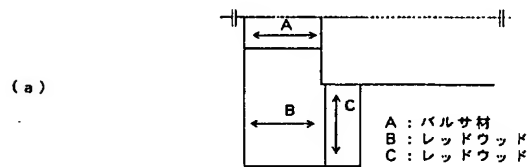
【図 3】



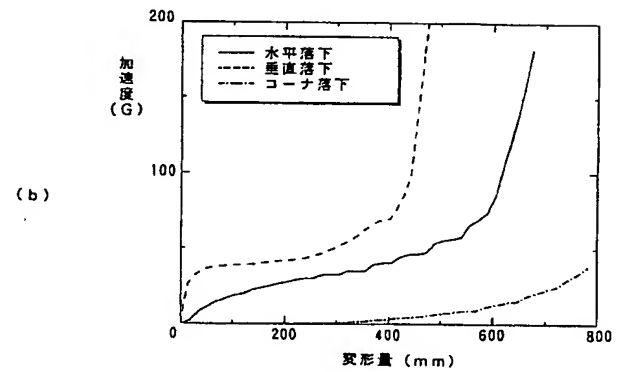
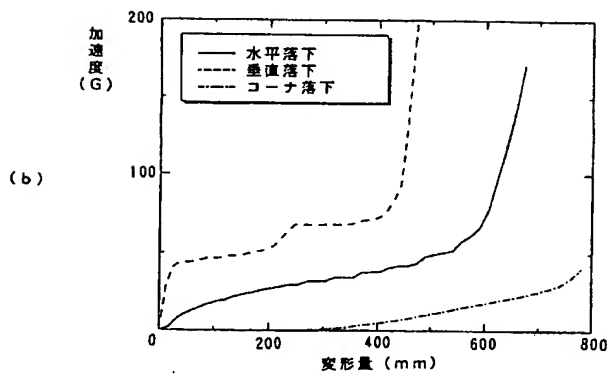
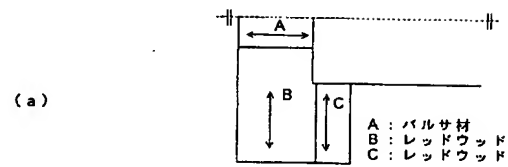
【図2】



【図4】



【図5】



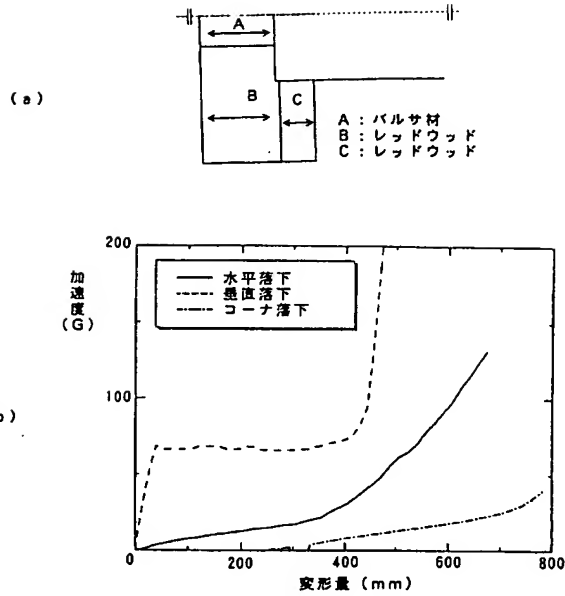
(c)

落下姿勢	加速度 (G)	変形量 (mm)	許容変形量 (mm)
	計算値		
水平落下	38.1	375.2	418.5
垂直落下	53.6	201.1	396.0
コーナ落下	28.7	731.0	780.7

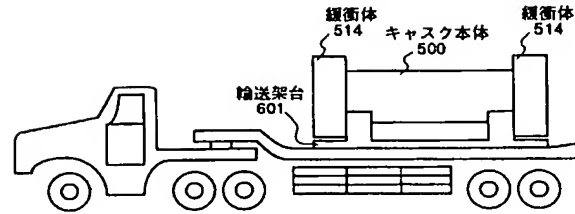
(c)

落下姿勢	加速度 (G)	変形量 (mm)	許容変形量 (mm)
	計算値		
水平落下	39.6	371.8	418.5
垂直落下	43.8	239.0	396.0
コーナ落下	34.8	766.9	780.7

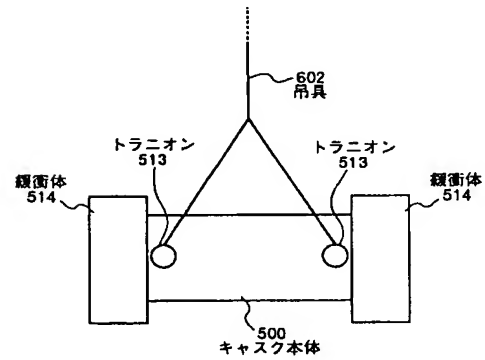
【図6】



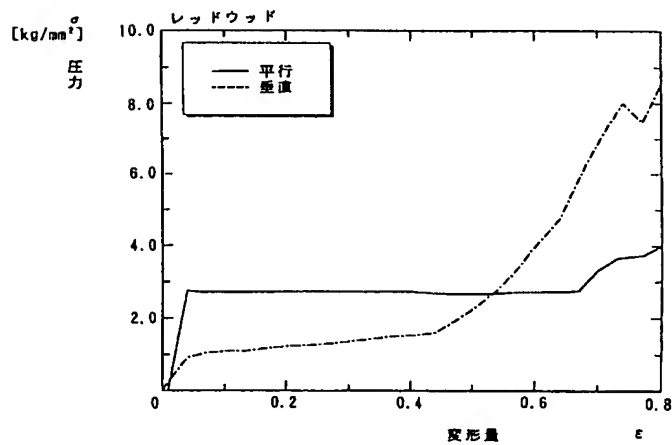
【図8】



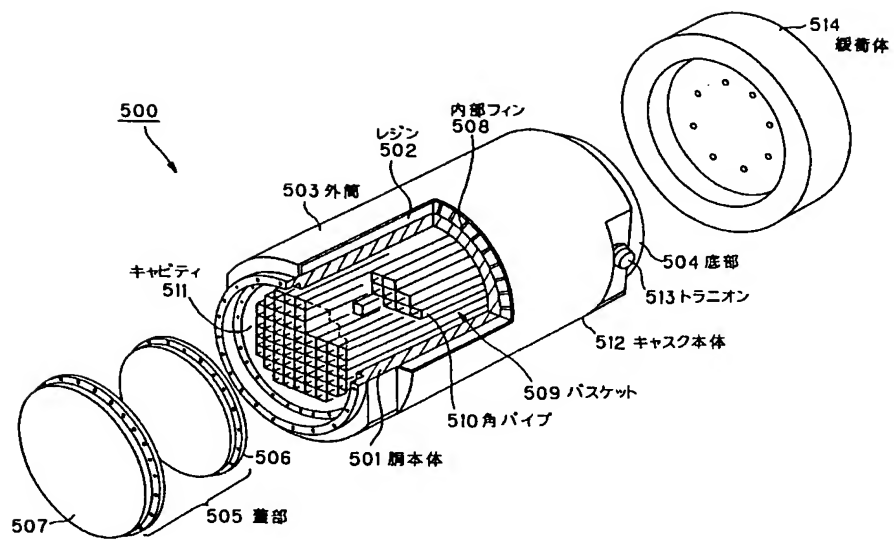
【図9】



【図7】



【図 10】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.